



⑬ BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**  
⑩ **DE 100 62 802 A 1**

⑤ Int. Cl. 7:  
**B 60 R 21/00**  
B 62 D 21/15

⑲ Aktenzeichen: 100 62 802.8  
⑳ Anmeldetag: 15. 12. 2000  
㉑ Offenlegungstag: 20. 6. 2002

DE 100 62 802 A 1

⑦ Anmelder:  
AUDI AG, 85057 Ingolstadt, DE

⑦ Erfinder:  
Kruse, Martin, 68789 St. Leon-Rot, DE; Haffner,  
Peter, 32683 Barntrup, DE

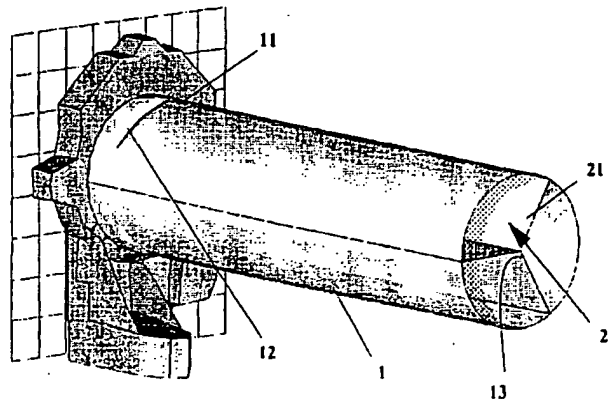
⑤ Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht  
zu ziehende Druckschriften:

DE	198 30 560 A1
DE	197 21 608 A1
DE	298 08 143 U1
DE	694 21 043 T2
FR	27 61 434 A1
US	38 06 180 A

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

⑤ Deformationselement für ein Kraftfahrzeug

⑤ Die Erfindung betrifft ein Deformationselement für ein Kraftfahrzeug zur Absorption von Bewegungsenergie bei einem Aufprall mit einem deformierbaren, an wenigstens einer Endseite abstützbaren Rohrteil (1), wobei das Rohrteil (1) hohl ist und in dem Rohrteil (1) ein Füllelement (2) aufgenommen ist, das sich entlang der Längsachse (13) des Rohrteils (1) erstreckt und das durch drei sich von der Längsachse (13) des Rohrteils (1) bis zur inneren Mantelfläche des Rohrteils (1) erstreckende Stege (21) gebildet ist. Insbesondere betrifft die Erfindung ein solches Deformationselement, das einen Längsträger darstellt.



DE 100 62 802 A 1

BEST AVAILABLE COPY

[0001] Die Erfindung betrifft ein Deformationselement für ein Kraftfahrzeug zur Absorption von Bewegungsenergie bei einem Aufprall.

[0002] Bei dem Aufprall eines Fahrzeuges auf einen Gegenstand wird ein hoher Betrag an Bewegungsenergie in das Kraftfahrzeug eingeleitet. Um diese Bewegungsenergie in dem Fahrzeug absorbieren zu können, wird diese in der Regel in Verformungsenergie umgewandelt. Für diese Umwandlung werden in dem Fahrzeug Bauteile so ausgelegt, dass diese die Bewegungsenergie ideal durch Verformung absorbieren können ohne die Insassen des Fahrzeuges zu gefährden.

[0003] Insbesondere ist es bekannt, an der Verbindung zwischen einem Längsträger und einem Stoßfängerquerträger ein Deformationselement vorzusehen, das sich bei einem Aufprall bestimmter Größenordnung verformt und der Verformung des Längsträgers vorbeugt. Ein solches Deformationselement ist in DE 196 50 647 A1 beschrieben. Hierbei wird das Deformationselement durch ein Rohrteil gebildet, in dem ein Matrixkörper angeordnet ist, der aus abwechselnd aneinanderliegenden glatten Blechen und gewellten Blechen gebildet ist, und so in dem Rohrteil angeordnet ist, dass diese Bleche in Richtung der Mantelrohrachse verlaufen und dadurch eine Vielzahl von wabenförmigen Hohlräumen gebildet werden.

[0004] Es ist aber auch möglich, ein Bauteil, wie einen Längsträger eines Fahrzeuges so auszugestalten, dass dieser selber durch Verformung eine gewisse Bewegungsenergie aufnehmen kann. Beispielsweise ist aus DE 42 24 489 A1 ein vorderer Längsträger für Fahrzeuge bekannt, bei dem ein von einer Querschnitt ringförmig geschlossenen Trägeraußenwand gebildeter Profilhohlraum durch wenigstens eine ebene Längswand als durchgehender Steg in zwei längsverlaufende Hohlraumkammern geteilt ist. Dieser Längsträger wird durch Strangpressen hergestellt.

[0005] Der Nachteil des beschriebenen Deformationselementes besteht darin, dass die Energieaufnahme nicht ganz optimal ist. Ein weiterer Nachteil des beschriebenen Längsträgers ist, dass ein Ausknicken in eine Richtung senkrecht zu dem Steg nicht ausgeschlossen werden kann.

[0006] Aufgabe der Erfindung ist es daher, ein Deformationselement zu schaffen, das einen verhältnismäßig einfachen Aufbau aufweist, als Längsträger in einem Fahrzeug verwendet werden kann und bei dem, im Fall einer durch einen Aufprall verursachten Längsbelastung, eine geringe Ausknickgefahr besteht.

[0007] Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch ein Deformationselement für ein Kraftfahrzeug zur Absorption von Bewegungsenergie bei einem Aufprall mit einem deformierbaren, an wenigstens einer Endseite abstützbaren Rohrteil gelöst, wobei das Rohrteil hohl ist und in dem Rohrteil ein Füllelement aufgenommen ist, das sich entlang der Längsachse des Rohrteils erstreckt und das durch drei sich von der Längsachse des Rohrteils bis zu der inneren Mantelfläche des Rohrteils erstreckende Stege gebildet ist.

[0008] Die Längsachse bezeichnet im Sinne dieser Erfindung die Achse, die durch den Schwerpunkt des Querschnitts des Rohrteils verläuft. Bei einem kreisrunden Querschnitt des Rohrteils ist dies also der Mittelpunkt.

[0009] Ist ein solches Deformationselement in ein Fahrzeug eingebaut, so kann dieses Deformationselement im Falle eines Aufpralls die Bewegungsenergie in Verformungsenergie umsetzen, indem das Rohrteil gleichzeitig mit dem Füllkörper verformt wird. Die von dem Deformationselement aufnehmbare Energie ist hierbei höher als bei einem Deformationselement ohne Füllkörper. Die massenspe-

zifische Energieaufnahme bei einem Faltbeulvorgang wird durch die Verformung des Füllkörpers erheblich erhöht.

[0010] Die Stege sind vorzugsweise so angeordnet sind, dass sie den Innenraum des Rohrteils in gleichgroße Hohlräume unterteilen. Bei drei Stegen sind diese dann, im Querschnitt durch den Rohrkörper, in Form eines Gabelkreuzes angeordnet, wobei jeweils zwei Stege einen Winkel von 120° einschließen. Der Füllkörper weist dann die Form eines Sternsteiges auf. Das Rohrteil weist vorzugsweise einen runden Querschnitt auf. Die Stege erstrecken sich dabei vom Mittelpunkt des runden Querschnitts zum inneren Umfang des runden Rohrteils. Durch diesen Querschnitt kann bereits eine höhere massenspezifische Energieaufnahme erzielt werden, als bei einem Rohrteil mit rechteckigem Querschnitt möglich ist. Darüber hinaus kann bei einem Deformationselement mit rundem Querschnitt und einem Füllelement, das als sternförmiger Steg ausgestaltet ist, erreicht werden, dass das Rundrohr im Falle einer Längsbelastung eine Dreiecksfaltenbildung aufweist.

[0011] Zusätzlich können in der Nähe der abgestützten Endseite des Deformationselementes in dem Rohrteil mindestens drei lokale Verprägungen, sogenannte Sicken vorgesehen sein. Diese Sicken dienen dazu, den Faltbeulvorgang des Rohrteils einzuleiten. Die Sicken stellen dabei sicher, dass dieser Vorgang an den geeigneten Stellen beginnt. Die Sicken sind vorzugsweise jeweils in der Mitte zwischen zwei Berührungslinien der Stege mit der inneren Mantelfläche des Rohrteils vorgesehen. Es ist auch möglich, statt der Sicken andere Mittel zur Einleitung des Faltbeulvorgangs einzusetzen. So können beispielsweise Aussparungen an den entsprechenden Stellen vorgesehen sein.

[0012] Es liegt im Rahmen der Erfindung, dass das Deformationselement einstückig ausgebildet ist. Ein solches Deformationselement kann durch Strangpressen erhalten werden. Der Füllkörper kann aber auch ein gesondertes Bauteil darstellen, das nach seiner Herstellung in das Rohrteil eingebracht wird.

[0013] Das Deformationselement stellt vorzugsweise einen Längsträger dar. Hierbei dient das Rohrteil als Trägerhohlprofil. Insbesondere eignet sich das erfindungsgemäße Deformationselement als vorderer Längsträger eines Fahrzeuges. Falls Sicken oder andere Mittel zur Einleitung des Faltbeulvorgangs vorgesehen sind, sind diese dann in der Nähe des vorderen Endes des Längsträgers angeordnet. Hierdurch wird die Verformung des Längsträgers an seinem vorderen Ende eingeleitet und die Verformung des Insassenraums kann gering gehalten oder sogar ganz vermieden werden. Die Verwendung des erfindungsgemäßen Deformationselementes als Längsträger weist den Vorteil auf, dass dadurch der Einbau eines zusätzlich zwischen einem steiferen Längsträger und einem Querträger vorzusehenden Deformationselementes entfallen kann. Das erfindungsgemäße Deformationselement kann darüber hinaus, wenn es als Längsträger eingesetzt wird, die Biegesteifigkeit des Gesamtfahrzeuges erhöhen. Eine Gefahr des Ausknickens des Längsträgers bei einem Aufprall wird außerdem auf ein Minimum reduziert.

[0014] Die Erfindung wird im Folgenden anhand der beiliegenden Zeichnungen, die den Stand der Technik und ein Ausführungsbeispiel darstellen beschrieben.

[0015] Es zeigen:

[0016] Fig. 1: eine schematische Darstellung eines Längsträgers nach dem Stand der Technik;

[0017] Fig. 2: eine schematische Darstellung einer Ausführungsform des erfindungsgemäßen Deformationselementes;

[0018] Fig. 3: einen Querschnitt durch die in Fig. 2 dargestellte Ausführungsform des erfindungsgemäßen Deformationselementes;

[0019] Fig. 4: eine schematische perspektivische Darstellung des erfindungsgemäßen Deformationselementes aus Fig. 2 nach einer Deformation;

[0020] Fig. 5a und 5b: schematische perspektivische Darstellungen des Füllelementes des erfindungsgemäßen Deformationselementes nach einer Deformation; und

[0021] Fig. 6: ein Diagramm der Energieaufnahme.

[0022] In Fig. 1 ist ein Längsträger für ein Kraftfahrzeug gemäß des Standes der Technik perspektivisch im Teilschnitt dargestellt. Der Längsträger umfasst ein Rohrteil 1, das an einem Ende 11 an einem weiteren Fahrzeugteil befestigt ist. Das Rohrteil weist einen kreisrunden Querschnitt auf und ist hohl ausgestaltet. Die Wandstärke des Rohrteils 1 soll hierbei  $t = 1,9$  mm betragen. In der Nähe des Endes 11 sind über den Umfang des Rohrteils 1 verteilt sechs Sicken 12 vorgesehen. Diese Sicken 12 dienen der Einleitung eines Faltbeulvorgangs. Über diese soll somit sichergestellt werden, dass sich das Rohrteil bei Längsbelastung entlang dessen Längsachse 13 gleichmäßig verformt, d. h. entlang dieser Achse 13 gestaucht wird.

[0023] In den Fig. 2 und 3 ist ein Deformationselement gemäß der Erfindung dargestellt, wobei in der dargestellten Ausführungsform das Deformationselement einen Längsträger darstellt. Dieser Längsträger weist ein Rohrteil 1 auf, das an einem Ende 11 an einem weiteren Fahrzeugteil befestigt ist. Das Rohrteil 1 weist einen kreisrunden Querschnitt auf und ist hohl ausgestaltet. Die Wandstärke des Rohrteils 1 kann hier im Vergleich zu dem Längsträger des Standes der Technik, der in Fig. 1 dargestellt ist, geringer sein und beispielsweise  $t = 1,5$  mm betragen. Im Innenraum des Rohrteils 1 ist ein Füllkörper 2 angeordnet. Dieser besteht aus drei Stegen 21, die sich jeweils von der Längsachse 13 des Rohrteils 1 bis zu der inneren Mantelfläche des Rohrteils 1 erstrecken. Dabei schließen jeweils zwei Stege 21 einen Winkel von  $120^\circ$  ein. In der Längsrichtung weisen die Stege 21 die gleiche Länge wie das Rohrteil 1 auf.

[0024] In der Nähe des Endes 11 sind auch bei dem erfindungsgemäßen Längsträger über den Umfang des Rohrteils 1 verteilt Sicken 12 vorgesehen. Wie sich insbesondere aus Fig. 3 entnehmen lässt, sind drei Sicken vorgesehen, die über den Umfang des Rohrteils 1 jeweils in der Mitte zwischen zwei Berührungslinien angeordnet sind. Die Berührungslinien werden durch die Berührung der Stege 21 mit der inneren Mantelfläche des Rohrteils 1 gebildet. Diese Sicken 12 dienen auch hier der Einleitung des Faltbeulvorgangs. Neben den Sicken sorgt aber bei dem erfindungsgemäßen Deformationsteil auch der Füllkörper 2 für eine gleichmäßige Verformung des Rohrteils bei Längsbelastung entlang dessen Längsachse 13, d. h. wenn dieses entlang der Achse 13 gestaucht wird. Das Deformationselement setzt einer Biegekräft, die zum Ausknicken des Längsträgers führen kann, aufgrund der Geometrie des Füllkörpers eine hohe Biegesteifigkeit entgegen.

[0025] In Fig. 4 ist der erfindungsgemäße Längsträger aus Fig. 2 und 3 nach einem Deformationsweg von 150 mm dargestellt. Wie sich aus dieser Darstellung ergibt, weist das Rohrteil 1 trotz seines kreisrunden Querschnitts ein Dreiecksfaltenbildungsverhalten auf.

[0026] In den Fig. 5a und 5b ist das Deformationsverhalten des Sternsteges, der für den Längsträger aus Fig. 4 als Füllkörper dient, nach dem Deformationsweg von 150 mm in zwei Perspektiven dargestellt.

[0027] In Fig. 6 ist die Energieaufnahme eines Deformationselementes gemäß Fig. 1 und eines Deformationselementes gemäß den Fig. 2, 3 im Vergleich dargestellt. Das Diagramm zeigt Längsträgerkraft-Deformationsweg-Verläufe beim Stauchen eines Längsträgers mit Sternsteg (durchgezogene Linie) und beim Stauchen eines Längsträgers ohne

Sternsteg (gestrichelte Linie). Die unter der jeweiligen Kurve befindliche Fläche stellt ein Maß für die Energieaufnahme des jeweiligen Längsträgers da. Wie sich folglich dieser Darstellung entnehmen lässt, ist die Energieaufnahme bei einem Deformationselement, insbesondere dem hier betrachteten Längsträger wesentlich höher, wenn dieses einen Füllkörper in Form eines Sternsteges aufweist. Die gewichtsspezifische Energieaufnahme nach einem Deformationsweg von 150 mm beträgt bei einem Längsträger nach Fig. 1, wenn dieser ein Gewicht von  $m = 600$  g aufweist,  $6,6 \text{ kJ}/0,6 \text{ kg}$ , was  $11,0 \text{ J/g}$  entspricht. Bei einem Längsträger gemäß der Erfindung, wie dieser in Fig. 2, 3 dargestellt ist, beträgt die gewichtsspezifische Energieaufnahme nach einem Deformationsweg von 150 mm, wenn der Längsträger ein Gewicht von  $m = 699$  g aufweist, hingegen  $8,9 \text{ kJ}/0,7 \text{ kg}$ , was  $12,7 \text{ J/g}$  entspricht. Die Energieaufnahme kann daher durch das Vorsehen eines Sternsteges als Füllelement in einem Rohrteil um ca. 15% gesteigert werden, obwohl die Wandstärke um 0,4 mm geringer gewählt wurde. Je mehr Energie von dem Längsträger aufgenommen werden kann, um so geringer wird der Deformationsweg.

[0028] Das erfindungsgemäße Deformationselement ist nicht auf die dargestellte Ausführungsform beschränkt. Es liegt auch im Sinne der Erfindung ein Deformationselement mit mehr als drei Stegen einzusetzen. Hierbei ist allerdings das dadurch verursachte höhere Gewicht, die erhöhten Herstellungskosten und das Faltbeulverhalten des so gebildeten Deformationselement zu berücksichtigen.

[0029] Das Deformationselement kann durch bekannte Verfahren hergestellt werden. Insbesondere kann das Rohrteil abhängig von dem verwendeten Material auch durch Strangpressen hergestellt werden. Falls Sicken vorgesehen sind, können diese nachträglich realisiert werden. Es ist aber auch möglich, das Deformationselement durch tiefgezogene und miteinander verschweißte Bleche zu erzeugen. Die Wandstärke des Rohrteils und der Stege des Füllkörpers weisen vorzugsweise die gleiche Größe auf, um eine gleichmäßige Verformung gewährleisten zu können. Die Wandstärke kann abhängig von dem gewählten Material und unter Berücksichtigung des Verformungsverhaltens diesen Materials zwischen 1,0 und 2,5 mm vorzugsweise zwischen 1,5 und 1,9 mm liegen. Als Material für das Deformationselement können beispielsweise Stahl oder Leichtmetall eingesetzt werden.

[0030] Die Länge und der Durchmesser des Deformationselementes bestimmen sich nach dem beabsichtigten Verwendungszweck. Wird das Deformationselement als Längsträger in einem Fahrzeug eingesetzt, so bestimmen sich dessen Länge und dessen Durchmesser durch die übrigen Fahrzeugabmessungen.

[0031] Mit dem erfindungsgemäßen Deformationselement lässt sich eine wesentliche Erhöhung der Energieaufnahme erzielen, was zu einer geringeren Verformung des Fahrzeuges führt und damit die Sicherheit der Insassen erhöht. Weiterhin wird durch die Beschaffenheit des erfindungsgemäßen Deformationselementes, insbesondere wenn dieses als Längsträger verwendet wird, eine Ausknickgefahr des Längsträgers im Falle eines Aufprall und damit einer Längsbelastung vermeiden. Außerdem wird die Biegesteifigkeit des Gesamtfahrzeuges durch den Einsatz eines solchen Längsträgers erhöht.

#### Patentansprüche

1. Deformationselement für ein Kraftfahrzeug zur Absorption von Bewegungsenergie bei einem Aufprall mit einem deformierbaren, an wenigstens einer Endseite abstützbaren Rohrteil (1), dadurch gekennzeichnet-

net, dass das Rohrteil (1) hohl ist und in dem Rohrteil (1) ein Füllelement (2) aufgenommen ist, das sich entlang der Längsachse (13) des Rohrteils (1) erstreckt und das durch drei sich von der Längsachse (13) des Rohrteils (1) bis zu der inneren Mantelfläche des Rohrteils (1) erstreckende Stege (21) gebildet ist. 5

2. Deformationselement nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Stege (21) so angeordnet sind, dass sie den Innenraum des Rohrteils (1) in gleichgroße Hohlräume unterteilen. 10

3. Deformationselement nach einem der Ansprüche 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass das Rohrteil (1) einen kreisrunden Querschnitt aufweist.

4. Deformationselement, nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass in der Nähe der abgestützten Endseite (11) des Deformationselementes in dem Rohrteil (1) mindestens drei Sicken (12) vorgesehen sind. 15

5. Deformationselement nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass die Sicken (12) jeweils in der Mitte zwischen zwei Berührungslinien der Stege (21) mit der inneren Mantelfläche des Rohrteils (1) vorgesehen sind. 20

6. Deformationselement nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Deformationselement einstückig ausgebildet ist. 25

7. Deformationselement nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Deformationselement einen Längsträger darstellt. 30

---

Hierzu 2 Seite(n) Zeichnungen

---

35

40

45

50

55

60

65

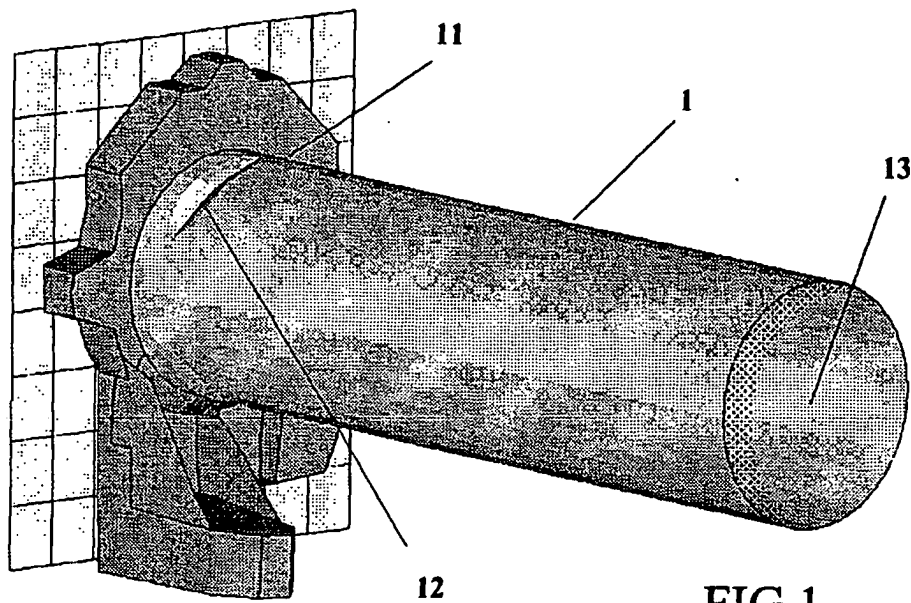


FIG.1

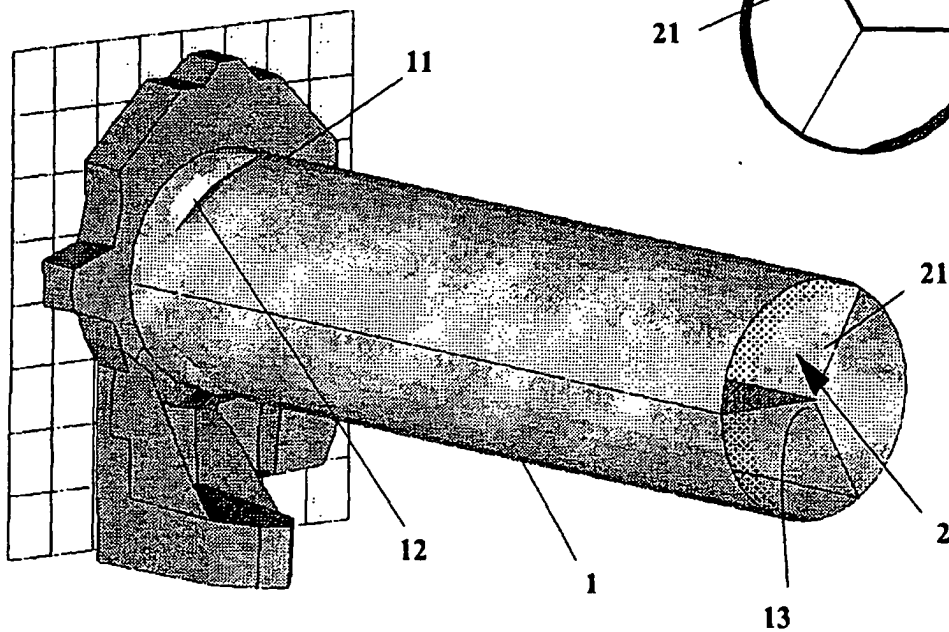
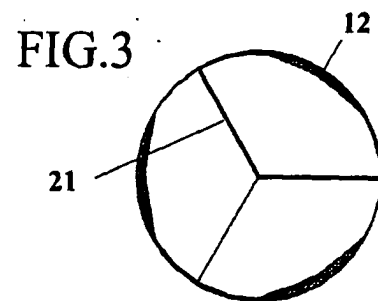


FIG.2

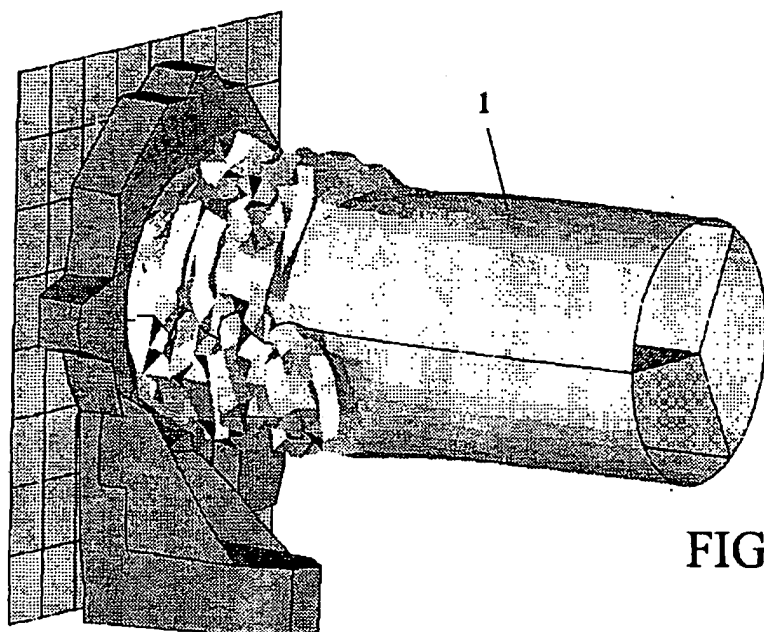
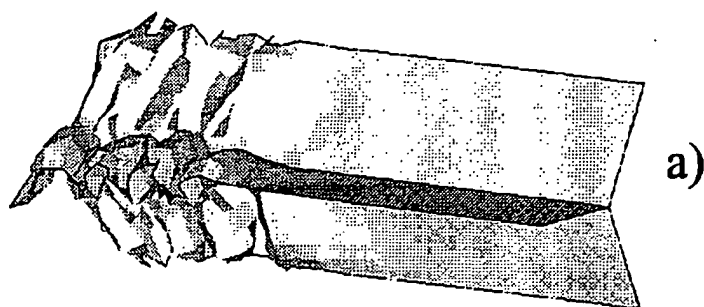
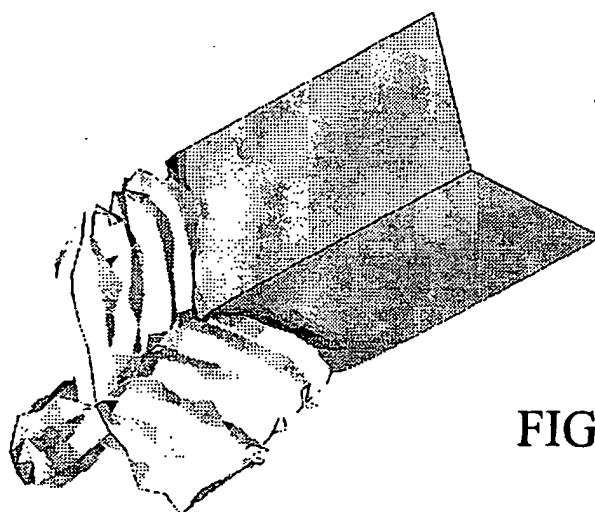


FIG. 4



a)



b)

FIG. 5

DERWENT-ACC-NO: 2002-510145

DERWENT-WEEK: 200255

COPYRIGHT 1999 DERWENT INFORMATION LTD

TITLE: Deformable side member for use in car  
absorbs energy in crash and comprises tube divided  
internally by strips, forming chambers of equal size

INVENTOR: HAFFNER, P; KRUSE, M

PATENT-ASSIGNEE: AUDI AG [NSUM]

PRIORITY-DATA: 2000DE-1062802 (December 15, 2000)

PATENT-FAMILY:

PUB-NO	PAGES	MAIN-IPC	PUB-DATE	LANGUAGE
DE <u>10062802</u> A1			June 20, 2002	N/A
006		B60R 021/00		

APPLICATION-DATA:

PUB-NO	APPL-DESCRIPTOR	APPL-NO
DE 10062802A1	N/A	2000DE-1062802
December 15, 2000		

INT-CL (IPC): B60R021/00, B62D021/15

ABSTRACTED-PUB-NO: DE 10062802A

BASIC-ABSTRACT:

NOVELTY - The deformable side member for use in a car absorbs energy in a crash. It comprises a tube (1) which is divided internally by strips (21) , forming chambers of equal size.

USE - For absorbing energy in a car crash.

DESCRIPTION OF DRAWING(S) - The drawing shows a perspective

view of the  
deformable side member.

Tube 1

Dividing strips 21

CHOSEN-DRAWING: Dwg.2/5

TITLE-TERMS: DEFORM SIDE MEMBER CAR ABSORB ENERGY CRASH  
COMPRISE TUBE DIVIDE  
INTERNAL STRIP FORMING CHAMBER EQUAL SIZE

DERWENT-CLASS: Q17 Q22

SECONDARY-ACC-NO:

Non-CPI Secondary Accession Numbers: N2002-403739

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☐ FADED TEXT OR DRAWING
- ☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☒ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**